

UEXKÜLL & STOLBERG

PATENTANWÄLTE

BESELERSTRASSE 4
D - 22607 HAMBURG

METAKEM, Gesellschaft für
Schichtchemie der Metalle mbH
Achtzehnmorgenweg 3

D-61250 Usingen
Deutschland

M.P.C. Micropulse Plating Concepts
1 Avenue Leclerc

F-69007 Lyon
Frankreich

J.-D. FRHR. von UEXKÜLL (- 1992)
DR. ULRICH GRAF STOLBERG (- 1998)
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS
EUROPEAN TRADEMARK ATTORNEYS
DIPLO.-ING. JÜRGEN SUCHANTKE
DIPLO.-ING. ARNULF HUBER
DR. ALLARD von KAMEKE
DIPLO.-BIOL. INGEBORG VOELKER
DR. PETER FRANCK
DR. GEORG BOTH
DR. ULRICH-MARIA GROSS
DR. HELMUT von HEESCH
DR. JOHANNES AHME
DR. HEINZ-PETER MUTH
DR. MARTIN WEBER-QUITZAU
DR. BERND JANSSEN
DR. ALBRECHT von MENGES
DR. MARTIN NOHLEN
MÜNCHEN
DIPLO.-ING. LARS MANKE
DR. OLGA BEZZUBOVA
RECHTSANWÄLTE IN HAMBURG
DR. FRANK DETTMANN
ASKAN DEUTSCH LL.M.

Dezember 2003
P 65053 UMG/UW

Anode zur Galvanisierung

Die Erfindung betrifft eine Anode zur Galvanisierung.

5

Viele galvanische Verfahren wie Verkupfern, Vernickeln, Verzinken, Verzinnen u.a. werden bisher überwiegend mit löslichen Anoden betrieben. Es handelt sich dabei häufig um Plattenanoden aus dem betreffenden Metall oder um Metallstücke in Titankörben.

10

In Edelmetallbädern, wie z.B. Gold- und Platinmetallbädern, ist es hingegen üblich, mit unlöslichen Anoden zu arbeiten.

Durch die zunehmende Automatisierung in der Galvanik zur Beschichtung von Großserien geht man aber tendenziell auch in den Bereichen, in denen bisher üblicherweise mit löslichen Anoden gearbeitet wurde, zur Verwendung von unlöslichen Anoden über. Zu Anwendungen dieser Bereiche zählen z.B. das Verkupfern von Leiterplatten, Tiefdruckzylindern u.a., das Vernickeln von Motorzylindern u.a..

20

Aus dem Stand der Technik sind eine Reihe solcher unlöslichen Anoden bekannt. Diese bestehen im Allgemeinen aus einem Träger-

- material und einer Aktiv-Schicht. Als Trägermaterial werden üblicherweise Titan, Niob u.a. verwendet. In jedem Fall werden aber Materialien verwendet, die unter den Elektrolysebedingungen selbstpassivierend sind, so ist z.B. auch ein Einsatz von Nickel
- 5 in alkalischen Bädern möglich. Die Aktiv-Schicht ist üblicherweise eine elektronenleitende Schicht. Sie besteht meist aus Materialien wie Platin, Iridium, Mischoxiden mit Platinmetallen oder Diamant. Die Aktiv-Schicht kann sich dabei direkt auf der Oberfläche des Trägermaterials befinden, sie kann sich aber auch
- 10 auf einem Substrat befinden, das von dem Trägermaterial beabstandet an diesem befestigt ist. Als Substrat können z.B. solche Materialien dienen, die auch als Trägermaterial in Betracht kommen.
- 15 Bei den meisten der genannten Galvanisierungs-Verfahren werden den Bädern Additive zugesetzt, die als Glanzbildner wirken, die Härte steigern und die Streuung erhöhen. Hierbei handelt es sich meist um organische Verbindungen.
- 20 Während der Galvanisierung entsteht an unlöslichen Anoden meist Sauerstoff, bei chloridhaltigen Bädern Chlor. Diese Gase, die an der Anode gebildet werden und im Falle vertikal angeordneter Anoden an diesen emporsteigen, können die Additive oxidieren und diese teilweise oder auch vollständig abbauen. Dies hat zwei
- 25 negative Effekte: Zum Einen müssen die zum Teil recht teuren Additive laufend ersetzt werden, womit die Verwendung der technisch sehr vorteilhaften unlöslichen Anoden aus wirtschaftlichen Erwägungen wieder in Frage gestellt wird, und zum Anderen stören die Abbauprodukte der Additive, was zur Folge hat, dass die
- 30 Bäder häufiger ausgetauscht werden müssen, was ebenfalls unwirtschaftlich und darüberhinaus auch umweltschädlich ist.

Ein weiteres Problem ergibt sich in Edelmetallbädern, in denen es seit jeher üblich ist, mit unlöslichen Anoden zu arbeiten.

35 Hier werden häufig Anoden verwendet, deren Grundkörper aus Titan besteht und deren Aktiv-Schicht aus Platin- oder Mischoxid besteht. Diese Aktiv-Schicht wird beim Betrieb sehr schnell (bezo-

gen auf den Stromumsatz in Ah/m^2) im Vergleich zu Aktiv-Schichten in der Unedelmetallgalvanik abgebaut. Dies ist zum überwiegenden Teil dem Angriff von Additiven auf diese Aktiv-Schicht zuzuschreiben, welche die Platinmetalle der Schicht durch Komplexbildung lösen. Bei bestimmten Badtypen kann darüber hinaus ausserdem die Cyanat- und Carbonat-Bildung stören.

Zur Lösung dieser Probleme wurde bisher versucht, organische Verbindungen von der Anode fernzuhalten. Dies geschah durch die Verwendung einer Membran, die im Falle einer Kationen- oder Anionen-Austauschermembran geladene Additive ganz abhält oder im Falle einer Diffusionsmembran den Fluß der Additive zur Anode stark reduziert. Diese Lösung bedingt aber einen geschlossenen Kasten mit einem Anolyten um die Anode, eine Entmischung des Elektrolyten und erfordert eine höhere Spannung. Sie ist also nur unter Inkaufnahme weiterer Nachteile anwendbar. Ausserdem ist dieses Verfahren in Fällen, in denen z.B. Formanoden eingesetzt werden, wie z.B. bei der Innenbeschichtung von Rohren, gar nicht anwendbar.

20

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, Anoden bereitzustellen, die zu einem deutlich verringerten Additiv-Abbau führen und gleichzeitig die Nachteile der Verwendung einer Membran vermeiden.

25 Diese Aufgabe wird überraschenderweise durch die Anode gemäß der Ansprüche 1 bis 11 gelöst. Die Erfindung betrifft ebenfalls das Verfahren zur Galvanisierung gemäß Anspruch 12 sowie die Verwendung der Anode gemäß Anspruch 13. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Anode gemäß den Ansprüche 14 bis 17, ein Verfahren zur Galvanisierung gemäß Anspruch 18 und die Verwendung der Anode gemäß Anspruch 19.

30

Die erfindungsgemäße Anode zur Galvanisierung zeichnet sich dadurch aus, dass sie einen Anoden-Grundkörper und eine Abschirmung aufweist, wobei der Anoden-Grundkörper ein Trägermaterial und eine Aktiv-Schicht aufweist, die Abschirmung von dem Anoden-Grundkörper beabstandet an diesem befestigt ist und den Stoff-

35

transport zu dem Anoden-Grundkörper hin und von ihm weg verringert.

Bei der erfindungsgemäßen Anode handelt es sich bevorzugt um
5 eine Anode, bei der das Trägermaterial unter Elektrolysebedingungen selbstpassivierend ist.

Naturgemäß ist bei der beschriebenen erfindungsgemäßen Anode die Aktivschicht bevorzugt elektronenleitend.

10

In einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anode kann die Abschirmung aus Kunststoff bestehen.

15

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anode besteht die Abschirmung aus Metall. Dieses Metall sollte unter Anodenbedingungen weitgehend korrosionsbeständig sein. Dabei ist es weiterhin besonders bevorzugt, wenn die Abschirmung aus einem Metallnetz, einem Streckmetall oder einem Lochblech besteht.

20

Es ist außerdem besonders vorteilhaft, wenn die Abschirmung aus Kunststoff und Metall besteht, da so verschiedene wünschenswerte Materialeigenschaften miteinander kombiniert werden können. Die metallische Abschirmung kann einen zusätzlichen Potentialeffekt
25 bewirken, während mit Kunststoff einfacher ein wirksames Transporthindernis erzielt wird. Eine Kombination aus zwei Metallgittern und einem sich dazwischen befindenden feinen Gewebe oder einer Membran aus Kunststoff bildet daher eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Als besonderer Vorteil
30 dieser Anordnung erweist sich die sehr einfache Montage.

Es ist weiterhin besonders vorteilhaft, wenn die Abschirmung der erfindungsgemäßen Anode mit dem Anoden-Grundkörper elektrisch leitend verbunden ist. Dadurch, dass die Abschirmung ebenfalls
35 auf anodisches Potential gelegt wird, müssen positiv geladene Additive zusätzlich zu der mechanischen Barriere ausserdem eine elektrostatische Barriere überwinden. Die Effizienz der Abschir-

mung kann dadurch noch deutlich gesteigert werden. Eine derartig geladene metallische Abschirmung wirkt elektrostatisch, kann aber auf Grund der sich auf der Oberfläche der Abschirmung ausbildenden Oxidschicht nicht elektrochemisch wirken.

5

Erfindungsgemäß hat die Abschirmung insbesondere einen Abstand zum Anoden-Grundkörper von 0,01 bis 100 mm, bevorzugt von 0,05 bis 50 mm, besonders bevorzugt von 0,1 bis 20 mm und ganz besonders bevorzugt von 0,5 bis 10 mm. Ist die Abschirmung nicht
10 parallel zum Anodengrundkörper, wie z.B. bei einem als Abschirmung verwendeten Wellblech, so beziehen sich die oben genannten Werte auf den mittleren Abstand der Abschirmung zum Anoden-Grundkörper. Der Effekt einer in diesem Abstand zum Anoden-Grundkörper befindlichen Abschirmung ist besonders gross, da die
15 Additiv-Moleküle bzw. Ionen zunächst eine bestimmte Wegstrecke zurücklegen müssen. Dies ist ein besonderer Vorteil z.B. gegenüber einer Abschirmung, die direkt auf der Anoden-Grundkörper-Oberfläche aufgebracht und nur wenige Mikrometer dick ist. Eine Verringerung der Oberfläche der Aktiv-Schicht des Anoden-Grund-
20 körpers liegt bei der erfindungsgemäßen Anode nicht vor, was einen weiteren Vorteil gegenüber der genannten Anode mit direkt auf der Aktiv-Schicht befindlicher Abschirmung darstellt.

Bei den in der Galvanik häufig an Stelle von Plattenanoden eingesetzten Streckmetallanoden, die stets vorne und hinten eine
25 Aktiv-Schicht haben, ist eine Abschirmung des Anoden-Grundkörpers ebenfalls möglich, diese wird allerdings bevorzugt ebenfalls vorne und hinten angebracht werden.

30 Eine weitere bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist eine Anode, bei der die Ausgestaltung der Abschirmung in ihrer Form, der Anordnung und dem Abstand zum Anoden-Grundkörper so ist, dass die an der Anode während des Betriebs entstehenden Gasblasen zusammengeführt werden.

35

Bei im Wesentlichen senkrecht angebrachten, glatten Anoden steigen die an der Anode entstehenden Gase in Form kleiner Bläschen

nach oben. Die Bläschenzahl nimmt nach oben hin zu und führt daher zu einer inhomogenen Abschirmung der Anode. Vorteilhafterweise führt die erfindungsgemäße Anode zu einer Verringerung der Bläschenzahl, da die Bläschen zusammengeführt werden und somit größer sind. Da es sich bei dem Additiv-Abbau teilweise um eine Gas-Flüssigkeits-Reaktion handelt, bewirkt diese Veränderung des Verhältnisses von Oberfläche zu Volumen eine weitere Verringerung des Additiv-Abbaus. Durch die Abnahme der durch die Bläschen verursachten Abschirmung kommt es vorteilhafterweise ausserdem zu einer Erhöhung der Abscheidungsgeschwindigkeit. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Schicht des auf der Kathodenseite abgeschiedenen Metalls homogener wird, da die durch die Bläschen verursachte Inhomogenität der Abschirmung verringert wird. Bei vorgegebener Mindestschichtdicke hilft die erfindungsgemäße Anode also ausserdem, Material zu sparen. Um kathodisch eine im Wesentlichen homogene Schicht zu erhalten, kann der durch die verbliebenen Bläschen über die Höhe der Anode und damit auch der Kathode bewirkte Gradient vorteilhafterweise z.B. dadurch kompensiert werden, dass sich die Aktiv-Schicht des Anoden-Grundkörpers nach unten hin verjüngt, oder auch dadurch kompensiert werden, dass Streckmetalle mit unterschiedlichen Oberflächenfaktoren eingesetzt werden.

Durch das veränderte Verhältnis von Oberfläche zu Volumen werden vorteilhafterweise auch noch andere Reaktionen verringert oder vollständig unterdrückt. So kann die Bildung von z.B. Sn(IV) in Sn(II) -Bädern oder die Bildung von Cr(VI) in Cr(III) -Bädern verringert werden, was erhebliche Vorteile im Betrieb mit sich bringt, da z.B. Sn(IV) als SnO_2 ausfällt und viele Probleme wie das Maskieren der Anoden und das Verstopfen von Umwälzpumpen zur Folge hat. Zudem ist die Vermeidung von Cr(VI) erstrebenswert, da Cr(III) -Bäder bereits bei geringen Cr(VI) -Konzentrationen nicht mehr zufriedenstellend arbeiten.

Das Auftreten einer geringeren Anzahl an Bläschen, die dafür ein entsprechend größeres Volumen aufweisen, führt ausserdem dazu, dass das Mitreißen von Bestandteilen der Aktivschicht der Anode

beim Abreißen der entstehenden Bläschen von dieser verringert und somit die Betriebszeit der Anode gesteigert wird.

Besonders vorteilhaft kann es weiterhin sein, dass bei der Entwicklung von Sauerstoff in unmittelbarer Umgebung der Anode H^+ -Ionen zurückbleiben, die den pH-Wert an der Anode erniedrigen. Für Anoden, die nicht bei pH-Werten größer 12 eingesetzt werden können, ermöglicht die erfindungsgemäße Anode vorteilhafterweise einen Einsatz auch in stark alkalischen Lösungen, da die Anode im Betrieb durch die oben beschriebene lokale pH-Wert-Erniedrigung der Anodenumgebung in dem so entstehenden Medium im Wesentlichen korrosionsfest ist. Nach Beendigung der Polarisierung sind solche Anoden natürlich aus dem Bad zu entfernen.

Die oben beschriebene Anode kann erfindungsgemäß auch als Kathode geschaltet sein. Bei kathodischer Schaltung der Anode ist die Abschirmung nicht selbstpassivierend. Es ist daher vorteilhaft, wenn eine große Oberfläche vorliegt, da diese die Stromdichte und damit die kathodische Überspannung verringert. Dies führt zu einer längeren Betriebsdauer der als Kathode geschalteten Anode.

Die Erfindung betrifft weiterhin Verfahren zur Galvanisierung, in denen eine Anode wie oben beschrieben verwendet wird. Dabei ist neben der üblichen anodischen Verwendung der erfindungsgemäßen Anode auch eine kathodische Schaltung der Anode, d.h. die Anode stellt die Kathode dar, von Bedeutung, - dies ist unter anderem bei sogenannten reverse-pulse-Verfahren der Fall. Bei diesen reverse-pulse-Verfahren kann die Umpolung zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Galvanisierungsverfahrens erfolgen. Z.B. werden bei der Kupfer-Beschichtung der Bohrlöcher von Leiterplatten zunächst eine Reihe von Impulsen auf die zu beschichtende auf kathodischem Potential liegende Leiterplatte und die auf anodischem Potential liegende erfindungsgemäße Anode gegeben. Am Ende wird für wenige Millisekunden die Polarisierung vertauscht, dabei liegt die Leiterplatte dann also auf anodischem Potential, während die erfindungsgemäße Anode als Kathode fungiert. Anders wird z.B. beim Hartverchromen eines Gegenstands

aus Eisen häufig zunächst der Eisengegenstand auf anodisches Potential gesetzt, um eine Aktivierung der Oberfläche zu bewirken. Bei diesem als "Anätzen" bezeichneten Verfahrensschritt ist die erfindungsgemäße Anode die Kathode. Nach einem Zeitraum im
5 Minutenbereich wird dann die Polarisierung vertauscht und die erfindungsgemäße Anode, die nunmehr auf anodischem Potential liegt, wird in üblicher Weise zur Galvanisierung des nunmehr auf kathodischem Potential liegenden Eisengegenstands verwendet. In beiden Fällen bewirkt die Abschirmung der Anode eine Absenkung
10 der Stromdichte bei der Umpolung, was vorteilhaft für die Lebensdauer der Anode ist.

Die Verwendung einer Anode wie oben beschrieben zur Galvanisierung ist ein weiterer Gegenstand der Erfindung.

15

Darüber hinaus ist eine Anode zur Galvanisierung Gegenstand der Erfindung, die ein Trägermaterial und eine Aktiv-Schicht aufweist, wobei die Aktiv-Schicht zwei Enden aufweist und die Fläche der Aktiv-Schicht von dem einen Ende, das im Betrieb im
20 Wesentlichen oben liegt, zu dem anderen Ende, das im Betrieb im Wesentlichen unten liegt, kleiner wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform handelt es sich dabei um eine Anode, bei der die Aktiv-Schicht direkt auf dem Trägermaterial befestigt ist.
25

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform handelt es sich dabei um eine Anode, bei der die Aktiv-Schicht von dem Trägermaterial beabstandet an diesem befestigt ist. Besonders bevorzugt ist dabei die Aktiv-Schicht auf ein Substrat aufgebracht und dieses Substrat an dem Trägermaterial befestigt. Dabei kann sich das Substrat direkt auf dem Trägermaterial befinden oder von dem Trägermaterial beabstandet sein. Ganz besonders bevorzugt ist dabei eine Anode, bei der das die Aktiv-Schicht tragende Substrat durch Punktschweiss-Stellen an dem Trägermaterial befestigt ist.
30
35

Um diesen Gegenstand der Erfindung näher zu erläutern, ist in Figur 1 eine besonders bevorzugte Ausführungsform exemplarisch dargestellt. Figur 1 zeigt sowohl die Draufsicht (oben) als auch
5 eine Seitenansicht (unten) einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung. Die gezeigte Anode weist ein Trägermaterial (1) und darauf befestigt eine auf ein Substrat aufgebraachte Aktiv-Schicht (2) auf, die von dem Trägermaterial (1) beabstandet befestigt ist. Als Trägermaterial kann z.B. Titan
10 dienen, als Substrat kann z.B. ebenfalls Titan verwendet werden und die Aktiv-Schicht kann z.B. aus Metalloxid (MOX) bestehen. Die Aktiv-Schicht ist auf dem Trägermaterial dadurch befestigt, dass das die Aktiv-Schicht tragende Substrat an dem Trägermaterial befestigt ist. Diese Befestigung kann z.B. durch Schrauben,
15 Nieten und bevorzugt Punktschweißen erreicht werden. In Figur 3 stellen die Kreuze (3) daher z.B. Punktschweiß-Stellen dar.

Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Anode liegt darin, dass die durch die im Betrieb an der Anode entstehenden Bläschen
20 verursachte Abschirmung und die daraus resultierende Inhomogenität der Abscheidung an der Kathode im Wesentlichen kompensiert werden kann, so dass an der Kathode Schichten abgeschieden werden können, die eine gleichmäßigere Dicke aufweisen. Welche geometrische Anordnung im Einzelfall zu wählen ist, wird der
(25 Fachmann durch einfache Vorversuche ermitteln können.

Diese Anode kann erfindungsgemäß ebenfalls als Kathode geschaltet sein.

30 Die Erfindung betrifft weiterhin Verfahren zur Galvanisierung, in denen eine Anode wie oben beschrieben verwendet wird.

Die Verwendung einer Anode wie oben beschrieben zur Galvanisierung ist ein weiterer Gegenstand der Erfindung.

35

Die Erfindung wird im Folgenden durch Beispiele näher erläutert.

Beispiele:

Beispiel 1:

5 Der Additiv-Abbau wurde unter den Arbeitsbedingungen eines
schwefelsauren Kupferbades im Gleichstrombetrieb untersucht. Als
Additiv diente dabei eine Schwefelverbindung. Als Anoden wurden
zwei Gleichstromplatten mit einer Aktiv-Schicht aus Mischoxid
10 verwendet. Dabei bestand die erste nur aus dem Anoden-Grundkör-
per und die zweite, erfindungsgemäße Anode aus Anoden-Grundkör-
per und Abschirmung. Als Kathode wurde jeweils eine Messingplat-
te verwendet. Die Additiv-Verbräuche bei Verwendung der beiden
Anoden wurde cyclovoltametrisch gemessen und ist in Figur 2
gegen die geflossenen Amperestunden aufgetragen. Es ist deutlich
15 erkennbar, dass der Additiv-Abbau bei Verwendung der erfindungs-
gemäßen zweiten Anode um den Faktor 2,5 bis 3 gegenüber dem
Additiv-Abbau bei Verwendung der ersten Anode reduziert ist.

Beispiel 2:

20

Die Bläschenbildung wurde unter Produktionsbedingungen in einem
schwefelsauren Kupferbad für die Verkupferung von Bohrlöchern
unter Reverse-Pulse-Plating-Bedingungen untersucht. Dazu wurden
zwei Anoden an der Seitenwand einer vertikalen Beschichtungs-
25 anlage nebeneinandergehängt. Die erste Anode bestand nur aus
einem Anoden-Grundkörper, der sich aus einem Trägermaterial aus
Titan und einer Aktiv-Schicht aus Mischoxid zusammensetzte und
eine Größe von 1100 mm x 500 mm x 1,5 mm hatte. Die erfindungs-
gemäße zweite Anode bestand ebenfalls aus einem Grundkörper, der
30 aus Titan als Trägermaterial und einem Mischoxid als Aktiv-
Schicht bestand und dieselbe Größe wie der Grundkörper der er-
sten Anode hatte, und einer Abschirmung aus Titanstreckmetall.
Im Betrieb wurde durch beide Anoden derselbe Strom geleitet und
bei der ersten Anode wurde die übliche Blasenbildung und ein
35 dadurch stark bewegtes Bad beobachtet. Bei der erfindungsgemäßen
zweiten Anode war die Bläschenbildung dagegen stark reduziert.

Beispiel 3:

Zur Untersuchung der Sn(IV)-Konzentration in Sn(II)-Bädern wurden unter üblichen Abscheidungsbedingungen im Gleichstrombetrieb
5 in einem Bad mit Zinn-Methansulfonsäure die Konzentrationen der beiden Spezies gemessen. Als Anoden wurden zwei Gleichstromplatten mit einer Aktiv-Schicht aus Mischoxid verwendet. Die erste Anode bestand nur aus dem Anoden-Grundkörper, die zweite bestand erfindungsgemäß aus Anoden-Grundkörper und Abschirmung. Als
10 Kathode während der versuchsweise durchgeführten Abscheidungen diente eine Messingplatte.

Vor der Abscheidung wurden im Bad der nur aus Anoden-Grundkörper bestehenden ersten Anode folgende Konzentrationen gemessen:
15 Sn(II): 40,8 g/l, Sn(IV): 7,7 g/l, womit sich eine Gesamt-Sn-Konzentration von 48,5 g/l ergibt.

Nach der Abscheidung wurden im Bad der ersten Anode folgende Werte gemessen:
Sn(II): 33,1 g/l, Sn(IV): 9,4 g/l, womit sich eine Gesamt-Sn-
20 Konzentration von 42,5 g/l ergibt.

Im Bad der erfindungsgemäßen zweiten Anode, die aus Anoden-Grundkörper und Abschirmung bestand wurden vor der Abscheidung folgende Konzentrationen gemessen:
(25 Sn(II): 39,0 g/l, Sn(IV): 10,5 g/l, womit sich eine Gesamt-Sn-Konzentration an Sn von 49,5 g/l ergibt.

Nach der Abscheidung wurden im Bad der ersten Anode folgende Werte gemessen:
Sn(II): 34,3 g/l, Sn(IV): 8,5 g/l, womit sich eine Gesamt-Sn-
30 Konzentration von 42,8 g/l ergibt.

Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass im Bad der nur aus Anoden-Grundkörper bestehenden Anode die Sn(IV)-Konzentration während des Betriebs zunimmt. Im Gegensatz dazu sinkt die Sn(IV)-
35 Konzentration bei Verwendung der erfindungsgemäßen Anode sogar.

Patentansprüche

1. Anode zur Galvanisierung, die einen Anoden-Grundkörper und eine Abschirmung aufweist, wobei der Anoden-Grundkörper ein
5 Trägermaterial und ein Substrat mit Aktiv-Schicht aufweist, die Abschirmung von dem Anoden-Grundkörper beabstandet an diesem befestigt ist und den Stofftransport zu dem Anoden-Grundkörper hin und von ihm weg verringert.
- 10 2. Anode nach Anspruch 1, bei der das Trägermaterial unter Elektrolysebedingungen selbstpassivierend ist.
3. Anode nach Anspruch 1 oder 2, bei der die Aktivschicht elektronenleitend ist.
- 15 4. Anode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Abschirmung aus Kunststoff besteht.
5. Anode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Abschirmung aus Metall besteht.
20
6. Anode nach Anspruch 5, bei der die Abschirmung aus einem Metallnetz, einem Streckmetall oder einem Lochblech besteht.
- 25 7. Anode nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Abschirmung aus Kunststoff und Metall besteht.
8. Anode nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der die Abschirmung mit dem Anoden-Grundkörper elektrischen-Strom-leitend
30 verbunden ist.
9. Anode nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der die Abschirmung einen Abstand zum Anoden-Grundkörper von 0,01 bis 100 mm, bevorzugt von 0,05 bis 50 mm, besonders bevorzugt von
35 0,1 bis 20 mm und ganz besonders bevorzugt von 0,5 bis 10 mm hat.

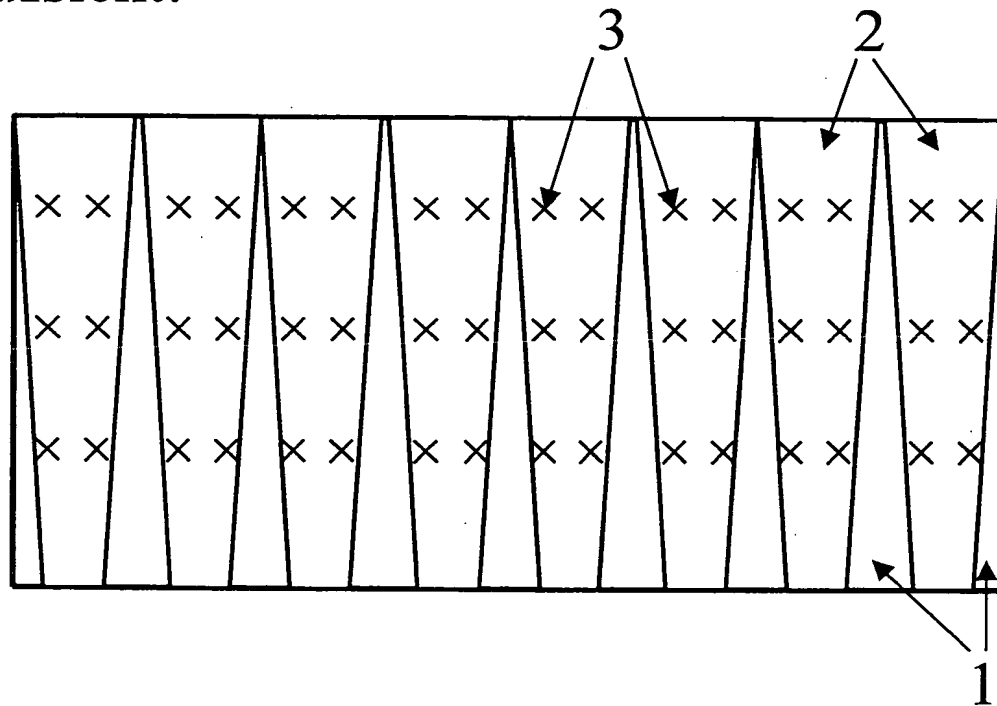
10. Anode nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der die Ausgestaltung der Abschirmung in ihrer Form, der Anordnung und dem Abstand zum Anoden-Grundkörper so ist, dass die an der Anode während der Galvanisierung entstehenden Gasblasen zusammengeführt werden.
11. Anode nach einem der Ansprüche 1 bis 10, die als eine Kathode geschaltet ist.
12. Verfahren zur Galvanisierung, bei dem eine Anode nach einem der Ansprüche 1 bis 11 verwendet wird.
13. Verwendung einer Anode gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Galvanisierung.
14. Anode zur Galvanisierung, die ein Trägermaterial und eine Aktiv-Schicht aufweist, wobei die Aktiv-Schicht zwei Enden aufweist und die Fläche der Aktiv-Schicht von dem einen Ende, das im Betrieb im Wesentlichen oben liegt, zu dem anderen Ende, das im Betrieb im Wesentlichen unten liegt, kleiner wird.
15. Anode nach Anspruch 14, bei der die Aktiv-Schicht direkt auf dem Trägermaterial befestigt ist.
16. Anode nach Anspruch 14, bei der die Aktiv-Schicht auf ein Substrat aufgebracht ist und dieses Substrat an dem Trägermaterial befestigt ist.
17. Anode nach einem der Ansprüche 14 bis 16, die als eine Kathode geschaltet ist.
18. Verfahren zur Galvanisierung, bei dem eine Anode nach einem der Ansprüche 14 bis 17 verwendet wird.
19. Verwendung einer Anode gemäß einem der Ansprüche 14 bis 17 zur Galvanisierung.

Zusammenfassung

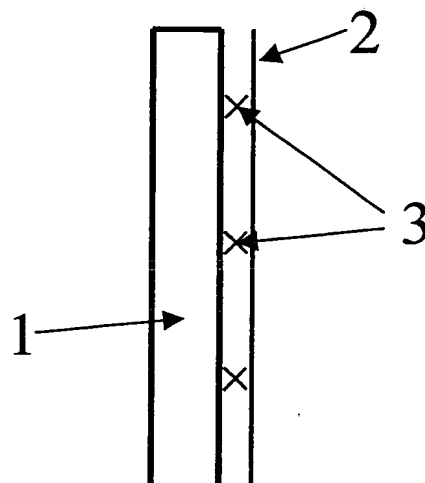
Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anode zur Galvanisierung, die einen Anoden-Grundkörper und eine Abschirmung aufweist und sich dadurch auszeichnet, dass bei ihrer Verwendung bei der Galvanisierung der Additiv-Abbau reduziert ist.

I/II

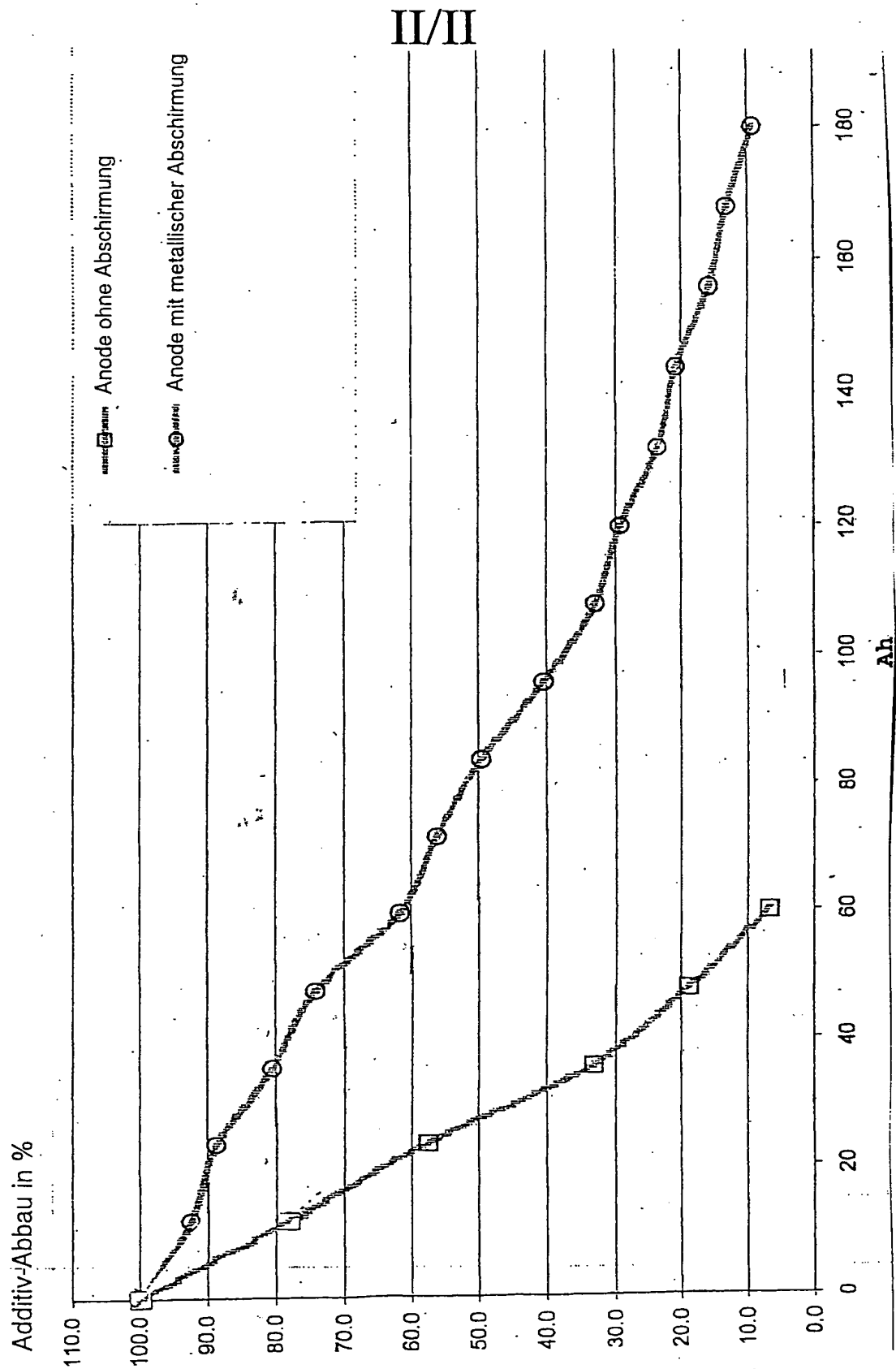
Draufsicht:



Seitenansicht:



Figur 1



Figur 2